

**BEST AVAILABLE COPY****INSULATED ARMATURE COIL FOR DYNAMOELECTRIC MACHINE**

**Patent number:** CN86101029  
**Publication date:** 1986-09-24  
**Inventor:** -  
**Applicant:** -  
**Classification:**  
- international: H02K3/34; H02K3/30  
- european:  
**Application number:** CN19860101029 19860107  
**Priority number(s):** US19850689217 19850107

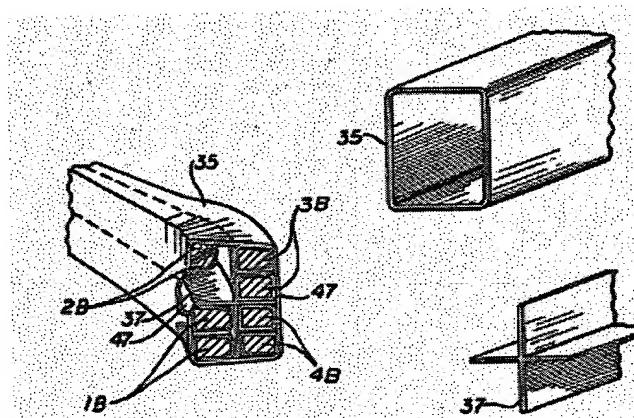
**Also published as:**

- US4602180 (A)
- GB2209631 (A)
- GB2169454 (A)
- AR242325 (A1)
- IT1188226 (B)

Abstract not available for CN86101029

Abstract of corresponding document: **US4602180**

A multiple turn coil adapted to be inserted in a slot of a rotor in a dynamoelectric machine is formed by a bundle of individually insulated parallel bars of electroconductive material arranged close together and surrounded, in the vicinity of each slot section of the coil, by a pre-formed tube of substantially non-compressible, non-thermoplastic dielectric material (e.g., polyimide film), the wall of which is thin and flexible enough to bend in any plane and smooth enough to permit substantially unfettered longitudinal expansion and contraction of the insulated conductors inside the tube. Inside the coil a cross-shaped member of the same dielectric material enhances the turn-to-turn insulation.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 中华人民共和国专利局

[11] 审定号 CN 1006592B



## (12) 发明专利申请审定说明书

(21) 申请号 86101029

[51] Int.Cl<sup>5</sup>

H02K 3/34

(44) 审定公告日 1990年1月24日

(22) 申请日 86.1.7

(30) 优先权

(32) 85.1.7 (33) US (31) 689,217

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州纽约列克星顿街570号

(72) 发明人 贾尔马·艾伯特·奥尔森

(74) 专利代理机构 中国专利代理有限公司

H02K 3/30

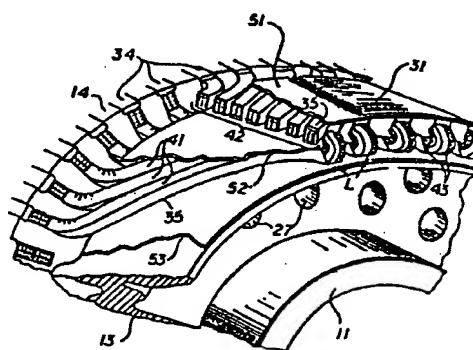
代理人 王忠忠

说明书页数： 附图页数：

(54) 发明名称 电机的绝缘电枢线圈

(57) 摘要

放入电动机转子槽的多匝线圈由一束分别绝缘的、平行靠紧的导电条构成，在线圈的每个入槽段套上热固性介电材料（例如聚酰亚胺薄膜）制成的预成型套管；管壁薄而柔软，能在任何平面中弯曲，足够光滑，允许被绝缘导体在套管中长度方向自由膨胀和收缩。在线圈内，用同样介电材料制的十字形部件加强了匝间绝缘。



## 权 利 要 求 书

---

1. 一种用于电机的改进的电枢线圈，电机的转子包括：在其一端由圆柱状排列的间断导电片组成的换向器，在转子另一端的电枢端板，置于所述换向器和电枢端板之间导磁材料制的圆柱形铁心，所述铁心包括许多在其圆周上的、轴向延伸的槽，多个多匝电枢线圈被放置在所述铁心的槽中，并且在电气上和选定的换向片连接，每个电枢线圈包括一束平行的、分别绝缘的导体，其末端适合与预先确定的一组所述的换向片相连接，每一根所述的导体一般为矩形截面，所述的导体束一般被弯成框形绕组，它有第一边和第二边较长的、直的入槽段，它们被合适地放入所述转子铁心的两个分开的槽中，所述的第一、第二入槽段在其电枢端板一侧分别和第一、第二短段相连，以此构成钝角，两个短段再会聚延伸至电枢端板的外端，在那里借助于一个锐角弯环彼此相连，所述线圈的第一和第二入槽段在其换向器侧分别与第三和第四短段相连接，以此形成钝角，再引至所述导体的所述末端，该用于电机的改进的电枢线圈的特征在于，改进的绝缘系统包括第一根由热固介电材料制的预成形套管，它包住了所述第一入槽段的整个外表面和所述线圈的所述第一短段的至少部分外表面，以及第二根同样材料的预成形套管包住所述第二入槽段的全部外表面和所述线圈的所述第二短段的至少部分的外表面，每根所述的套管都紧贴所包段而又能在外表面上滑动，以提供所述导体束和所述铁心槽壁之间的电绝缘，每根套管的壁具有整体无缝结构，在任何平面中弯曲都不会明显损害物理上的或者介电方面的坚固性，并具有足够光滑的内表面，允许所述的被绝缘导体在管内膨胀和收缩。

2. 一种根据权利要求1的线圈，其特征在于，所述第一根套管包住所述第一短段全部外表面，所述第二根套管包住所述第二短段的全部外表面，由此，所述套管提供所述导体束和所述电枢端板之间的电绝缘。

3. 一种根据权利要求1的线圈，至少有4根导体，排列成各占一个

象限，由此，每束导体便有4匝，其特征在于，为了至少在所述的钝角及所述的环附近将所述4根导体相互隔开，在所述导体束内配置了绝缘部件，所述绝缘部件包括用热固介电材料制的预成形整体部件，并具有十字形横截面，在任何平面内弯曲都不会明显损害物理上的坚固性和电绝缘性质。

4. 一种根据权利要求3的线圈，其特征在于所述预成形部件包括至少两层聚酰亚胺薄膜，用氟酸乙丙烯(fluorinated ethylene propylene)树脂粘结在一起。

5. 一种根据权利要求3的线圈，其特征在于，所述导体的末端以这样一种方式连接，使所述导体束中的4匝互相串联。

6. 一种根据权利要求5的线圈，其特征在于，所述每一匝都至少包括两根平行导体。

7. 一种根据权利要求3的线圈，其特征在于，所述绝缘部件沿所述线圈的所述两个入槽段的全长、沿所述两个短段的全长、沿所述的环而延伸。

8. 一种根据权利要求1的线圈，其特征在于，所述第一根套管包住所述第三段的至少一部分外表面，所述第二根套管包住所述第四段的至少部分外表面。  
二

9. 一种根据权利要求8的线圈，至少包括4根导体，排列成各占一个象限，因此每束导体有4匝，其特征在于，为了至少在所述钝角的附近以及所述环的附近将所述4根导体互相隔开，在导体束内安排了绝缘部件，所述绝缘部件是由热固介电材料制的预成形整体部件，它具有十字形横截面，在任何平面中弯曲都不明显损害其物理上的坚固性和电绝缘性质。

10. 一种根据权利要求9所述的线圈，其特征在于，所述绝缘部件沿所述线圈的所述两个入槽段全长、沿所述第一和第二短段两者全长、

以及沿所述环而延伸。

11. 一种根据权利要求1的线圈，其特征在于，所述每根套管的管壁一般有矩形横截面，厚度基本上均匀一致，不大于0.381毫米。

12. 一种根据权利要求11的线圈，其特征在于，所述线圈的入槽段嵌入所述槽内用槽楔压住线圈，固定套管，使管壁不发生变形或蠕变。

13. 一种根据权利要求11的线圈，其特征在于，所述每根管的管壁是多层很薄的聚酰亚胺薄膜，用氟酸乙丙烯树脂粘结。

14. 一种用于电机的改进的电枢线圈，电机的转子包括：在其一端由圆柱状排列的间断的导电片组成的换向器，在转子另一端的电枢端板，在所述换向器和电枢端板之间的导磁材料制成的圆柱形铁心，所述铁心包括多个在其圆周上沿轴向延伸的槽和多个匝数电枢线圈，它们被放在所述铁心的槽中，并在电气上和选定的换向片连接，每个电枢线圈包括至少4根平行、分别绝缘的导体构成的导体束，导体安排成各占一个象限，所述导体的末端适合和所述换向片的预先确定的一组相接，每根所述导体一般具有矩形横截面，而所述导体束被弯成框形绕组，它有第一和第二比较长的、直的入槽段，适合于放入所述转子铁心的两个隔开的槽中，所述第一和第二入槽段包以介电材料，在电枢端板侧分别和第一、第二短段相连，以此形成钝角，两个短段再会聚延伸到电枢端板外侧，在这里借助于弯成锐角的环彼此连在一起，该用于电机的电枢线圈的特征在于，改进的绝缘系统包括放置在所述导体束内的绝缘部件，用以至少在所述钝角和所述环附近将所述4根导体互相隔开，所述绝缘部件包括一种用热固介电材料制的预成形整体部件，它具有十字形横截面，在任何平面中弯曲都不明显损害其物理上的坚固性与电绝缘性质。

15. 一种根据权利要求14的线圈，其特征在于，所述预成形部件至少有两层聚酰亚胺薄膜，用氟酸乙丙烯树脂粘合。

16. 一种根据权利要求14的线圈，其特征在于，所述导体的末端以

这样的方式连接，致使在导体束中四匝互相串联。

17. 一种根据权利要求16的线圈，其特征在于所述每匝至少包含两根平行导体。

18. 一种根据权利要求14的线圈，其特征在于所述预成形部件沿所述线圈的所述两个入槽段全长、沿所述两个短段的全长、以及沿所述环而延伸。

# 说 明 书

---

## 电机的绝缘电枢线圈

本发明一般地涉及旋转电机，更具体地介绍这类电机转子电枢线圈电绝缘的各种改进。

在诸如机车牵引电动机那样的较大马力的直流电动机中，其电枢包括一个由铁磁迭片构成的可转动的圆柱形铁心，铁磁迭片沿圆周有许多容纳电枢线圈用的槽，电枢线圈通过旋转换向器及与之接触的固定电刷与外电路相电连接。每个电枢线圈都有许多匝。线圈通常由许多根长而薄的铜条构成，每根铜条都有适当的介电材料作为匝间绝缘，八根左右的铜条并联绑成一组弯成框形绕组的形状，绕组的两个对边是直而平行的，然后用适当的介电材料给绕组包上绝缘护套，使这束并置的铜条与确定槽侧壁和底，其内放置有线圈直边并处于地电位的迭片铁心的各暴露边互相电绝缘。为了在多匝电枢线圈上施加匝对地绝缘护套，有几种已知的工艺。一种是在这束铜条的每一个直边（即线圈的入槽段）上绕以多层薄介质材料，见先有技术美国专利2675421号和2697055号。第二种已知的方法是用一对互补的、预成形的、比较硬的介质材料制的管状部件将每一边入槽段封装起来，这种部件制造装配都比较容易，但是不能有效防止对地漏电。第三种方法是用绝缘带螺旋状地绕在线圈的直边上。第三种方法或者可单独使用，或结合第一种方法（见美国专利3662199号），或者和第二种方法结合使用。

不管用哪种方法，电枢线圈的匝对地绝缘都需要具有足够的介电强度、厚度及牢固性，以便在一切可能的环境条件下防止线圈中任何一匝对地被电击穿（即短路），对于机车牵引电机，所述的环境条件包括不停

的振动、频繁的机械冲击、偶然的电过载、周围温度变化大以及空气可能很潮湿和/或混浊。而且，当机械老化以及尽管由于温度变化，线圈的各入槽段的长度相对于毗连的槽侧壁发生长度方向的尺寸的周期变化时，都要求维持所希望的绝缘性质而没有明显的劣化。（众所周知，电枢电流平均值每增至满载额定值一次，电流的热效应将造成线圈铜条膨胀，该膨胀量与迭片铁心的不同，因为开始时铁心比线圈冷，并且无论怎样，热膨胀系数是不同的）。

传热良好是另一项一般所希望的绝缘系统的特性。这一特性在目标是要获得单位重量的输出转矩较大的牵引电动机中特别重要，为了帮助达到这一目标，对电机电枢来说，所希望的是下述可能的变更的任何一种或者几种之结合：(1)槽的尺寸给定时，增加每个电枢线圈中铜条的截面积，由此容许线圈在不增加电流密度的条件下流过较大的电流；(2)增加铜条中的电流密度（因此，发热增加）；(3)减小每个槽的深度，以便使给定截面积的铜条就位于接近铁心的表面，因此更接近于电机的磁极。但是，要实现这些变更中的任何一项，都得减少电枢线圈的匝对地绝缘的厚度。电枢线圈的外绝缘护套越薄，套内铜条所处的空间就越大，从铜条到转子铁心的传热也就越好。这样，靠减少发热和/或促进散热，电枢线圈就能在不超过给定的最大安全温升的条件下负载更大的电流（所以电动机能产生更大的转矩）。

对于牵引电机的应用场合，众所周知的特别优越的绝缘材料称为H型聚酰亚胺薄膜。做成氟酸乙丙烯-氟炭乙烯(FEP-CF)树脂涂层形式的这种薄膜由杜邦公司制造和销售，商标为“Kapton”。薄型标准规格的Kapton绝缘是很柔软的，具有较高的介电强度（一般至少为 $1.18 \times 10^8$  -  $1.57 \times 10^8$  伏/米），在高温下可保证物理上和电气上的稳定性。FEP-CF树脂涂层（众所周知的杜邦商标为“Teflon”）在聚酰亚胺薄膜基底上提供了很光滑的、可以热密封的表面。这也改善了薄膜的耐化学性，

降低了渗透性和氧化分解率。这种复合材料到现在为止已经被成功地用于矩形的电动机磁铁的导线的绝缘以及机车牵引电机磁场线圈的绝缘（见美国专利4376904号-Horri gan）。精密电动机迄今已经用H薄膜制的槽衬。关于Kapton及其已有的典型用途的进一步的资料，可参看D.H. Berkebile 和 D.L. Stevenson 的文章，题目是《‘Kapton’聚酰亚胺薄膜在航空和航天应用方面的用途》。这篇文章由汽车工程师协会于1982年发表在有关1981年10月5 ~ 8 日举行的汽车工程师协会会议记录第35 62-68页上

（预印本No.811091）。

本发明总的目的是为电动机电枢线圈提供一种改进的绝缘系统。

另一个目的是提供一种具有匝对地绝缘护套的电枢线圈，绝缘套的特征为壁薄、介电强度高、对地漏电小、没有捆扎上的麻烦，并且当线圈导体在长度方向上膨胀或收缩时，绝缘套内表面和线圈导体之间不会引起磨损。

再一个目的是提供一种具有尺寸较小、位置最佳的匝间绝缘的多匝电枢线圈。

本发明还有一个目的是提供一种有效利用聚酰亚胺薄膜优良特性的电枢线圈绝缘系统。

当以一种形式来实现本发明时，电动机转子上每个电枢线圈包括一束并行、分开绝缘的、一般为矩形截面的导体，它被弯曲成框形，其第一边和第二边具有长而直的入槽段，分别嵌入圆柱形转子铁心圆周的两个槽中。在转子的一端，导体束的第一边和第二边入槽段分别和第一及第二短段相连，形成钝角，两个短段再延伸会聚到交点处。在这里通过锐角弯环把它们彼此连接起来。线圈的匝对地绝缘由两根热固介电材料制成的预成型管来实现的。第一根管包住导体束的第一入槽段和所连短段的外表面，而第二根管包住第二入槽段及第二短段的外表面。

每根上述套管都紧贴所包围的导体束段，但又能在其上滑动，以提供导体束和转子铁心槽壁之间的电绝缘。管壁为整体、无缝、防水的结构，这种结构实际上保证了线圈每一个入槽段的所有侧面上的绝缘相同并且良好地防止对地漏电。在制造过程的插楔封槽阶段，当线圈受到径向向内压力时，管壁不会冷变形。再则，管壁相当薄也足够柔软，在任意平面内弯曲，都不会破裂、或在介电强度方面造成明显的损失。壁薄，就允许线圈的各个导体有较大的截面积，所以在给定尺寸的槽中载有较大的电流，壁薄，也增强了导体向铁心的传热。每根套管的壁还有一个特点：内表面光滑，这提供了一个同周围导体接触的比较光滑的界面，从而管内导体在长度方向膨胀或收缩时不致磨损或毁坏绝缘。

最好每个电枢线圈至少有4根导体，各占一个象限，每束导体有4个单匝。在线圈中，4匝导体靠匝间绝缘互相隔开，匝间绝缘是基本上不可压缩的、非热塑的、具有十字形的截面的介电材料制的预成型整体部件。这一部件很薄、足够柔软，在任何平面中弯曲都不会明显损害物理上的坚固性及电绝缘性质，在线圈中它只占据很小的空间。这就容许线圈的每个导体有较大的截面。

最好管形的匝对地绝缘和十字型匝间绝缘都由多层很薄的封以FEP树脂的聚酰亚胺薄膜构成。在前述的管形绝缘的情况下，管壁内表面的平整度和光滑性由于用了FEP涂层而加强。

从下面结合附图所作的说明中，本发明将被更好地了解，其各项目的优点将更为充分地予以评价。

图1是直流电动机类的旋转电机转子的局部剖面简化侧视图。转子圆周上有许多槽，槽内配置有多个相同的电枢线圈，这样来实施本发明。

图2是图1中的转子的一个电枢线圈的简化电路图，表示了4个单匝互相串联的关系；

图3是图1中的转子铁芯上一个槽的放大的横向剖视图，示明了一

一个线圈的第一入槽段位于槽的底部，其上是另一个线圈的第二入槽段；

图4是图1转子的一个完整电枢线圈的平面图；

图5是图4线圈在线圈的底部入槽段弯曲处沿5-5剖面线剖开后的放大剖视图；

图6是预成形绝缘管的局部透视图，按照本发明，这种管子包围图4所示线圈的每个入槽段；

图7是预成形十字形截面绝缘部件的局部透视图，根据本发明它被插在线圈内使4个单匝互相隔开；

图8是图1中转子的电枢首端的局部放大透视图，电枢线圈的上面一排已被部分切断，以便更好地示明下面一排及它们之间的电绝缘层。

图1所示的转子多适用于诸如圆柱形直流牵引电动机的这类电机。转子有轴11，它由适当的轴承支承（图中未画出），以绕轴旋转。靠近轴的一端装有以排列成圆柱状的分离的导电片或导电条构成的传统换向器12，环形电枢端板13则安装在轴上与换向器相对的另一端。在换向器12和电枢端板13之间的轴11上装有由导磁材料构成的圆柱形铁芯14，实际上，铁心14是由一叠薄铁磁迭片组成的。

换向器12正如图1中画出的那样，是典型的V环拱形边缘型的，有一个外挡圈15，利用螺栓把它固定在轴11的配合挡圈16上，以便把换向片卡在中间。各换向片的内侧端按径向向外延伸，形成了圆柱状排列的焊线槽17，转子的电枢线圈可以方便地接到焊线槽17上。换向片常用铜制成，靠一对介电材料制的环形换向器锥体18和19和两个金属挡圈电绝缘，介质锥体分别夹在每一片整流片两端的V型凹口和各自相对的挡圈15、16之间。每片换向片的向外的表面，当转子绕轴11旋转时，和炭刷（未画出）滑动接触。图中23为一片换向片的剖面。

为了使冷却空气沿轴向流经转子，在电枢端板13中有一个带孔的环（见图1的27），在换向器12的挡圈16中同样有一个带孔环（28），这些孔

和铁心14的通孔(图中未示出)对齐。

转子铁心14包括许多条轴向长槽30，各槽互相间隔地位于沿铁心14的圆柱表面上。多个相同的电枢线圈嵌入槽中，并和换向器上选定的换向片电连接。在本发明的一个实施例中，在直流换向器电动机的转子上用了46个线圈，电动机的连续额定输出功率超过1000马力。每一个电枢线圈实际包括一束如铜之类的导电材料制的并行、细长金属条，每根金属条都分别涂有如Kapton之类的电绝缘薄层。这些分别绝缘的金属条或导体一般都有矩形截面。

按传统的方式，并行导体束通常弯成框形绕组，它有两条比较长而直的入槽段B和T(见图4)。每个线圈的第一入槽段B位于铁心槽的底部，而第二入槽段T位于另一个槽的顶部。这些入槽段在线圈的封闭端或弯曲处依靠L环而相互连接，L环略微突出于电枢端板13的外端。每个线圈的邻近L环并伸过电枢端板圆柱面的部分用普通的绑扎线31绕圆周缠绕，以防止转子轴高速旋转时，由离心力引起的径向移动。

在每个线圈的开口端处，每束导体的两个头和在换向器12上选定的换向片连接。具体地说，导体的这些末端D分别接在预定换向片组的焊接槽上。每个线圈从转子铁心14延伸到换向片的部分用绝缘带32紧紧绑牢在挡圈16的圆周上。在这些部件全部装配完后，整个转子用普通的真空-压力技术(VPI)浸绝缘漆，然后高温烘烤，使充填入电枢组件任何空隙内的绝缘漆凝固，由此促进传热和防水。

在图示的实施例中，电枢线圈是有4个单匝的多匝线圈，导体束的末端按4匝串联来连接。这可以从图2中看到，图中一个线圈的4匝接于连续的五个一组换向片21~25。正如本领域中的技术人员所知，换向片之间夹有介质材料薄层(图中未示出)作为相邻换向片间的绝缘。线圈的第一匝有顶部半段1T，它和入槽段T相关，底部半段1B与同一线圈的入槽段B相关。顶部半段1T的末端接换向片21，底部半段1B的末端接

下一片换向片22。同一线圈的第二匝也分别有顶部半段2T和底部半段2B，前者同第一匝的底部半段1B一起接在换向片22上，后者接该组的第三片换向片23。以此类推，第3匝有顶部、底部半段3T和3B，接于相邻的换向片23和24之间，第四匝有顶部、底部半段4T和4B，接于换向片24和25之间。图1表示出，第二匝的底部半段2B和第三匝的顶部半段3T的两个末端接在同一换向片23的焊线槽上。

每个多匝线圈内部，4匝导体排列成各占一个象限，线圈封闭端弯曲处的环L使导体匝转向，于是每一匝的顶部半段和底部半段配置在沿对角线相对的象限内。在实用中，示于图2的4个单匝的每一匝最好分裂为两条以上的并行路径，这由至少两根并列的互相绝缘的导体来实现，其相应端在电气上接在一起。

图3表明一个电枢线圈的第一边入槽段B和另一个线圈的第二边入槽段T是怎样分别放入转子铁心14圆柱表面上的其中一个槽30中的底部和顶部。槽30的开口用普通的槽楔34封住，使两个线圈的入槽段都固定就位。有些电机的转子线圈数目比槽的数目多，在这种场合，至少一个附加的入槽段可能要放在槽30中图示的B段和T段之间。采用改进的制造流程以保证各导体束、各槽楔以及槽本身在尺寸上不至太悬殊，这样就不必在楔34和顶部线圈之间充填任何先有技术的绝缘条就能插得很紧。

如图3所示，每个线圈最好由八根分开绝缘的导体束构成，这些导体的末端互相连接成每匝有两根导体并联、每个线圈是四匝串联的。按照本发明，导体束每一入槽段的外表面套以预成形绝缘管35。这种套管的显著特点即将结合讲述图4-6予以说明。另外，线圈再包一层薄绝缘带36，保护每根套管外表面在线圈下槽时不受损坏。套管35的功能是作全部线圈导体和槽30的两侧壁之间的电绝缘（即匝对地绝缘）以及和另一个线圈相邻的入槽段之间的绝缘（即线圈对线圈间的绝缘）。在典型的电机中转子正常运转时，其铁心14通常处于地电位，而一个电枢线圈

的导体对地的电位可高达1400伏，对不同线圈相邻的入槽段导体的电位也这样。

按照本发明，每个线圈的四匝之间用配置在线圈内的预成形整体的十字形截面的绝缘件37互相隔开。这就加强了导体本身绝缘涂层所提供的匝间电绝缘。在正常运转时，相连续的匝导体之间电位差一般为50伏，所以第四匝的电位和同一线圈第一匝的电位差不多要相差150伏。十字形部件37的结构和优点，从后面图5、7的说明中可以了解得更清楚。

框形电枢线圈清楚地示于图4。线圈的第一边和第二边平行而直的入槽段B和T，在电枢端板这一端分别与第一、第二短段41、42连接成整体42。线圈的短段41和42以钝角从相应的入槽段B、T延伸至会聚点，通过锐角弯环L连在一起。在形成环L时，导体束拧了半转( $180^\circ$ )，这样，在这一点，线圈的四匝变换相对位置。结果，在导体束入槽段B中居于下内侧象限的线匝（例如在图2中以1B标出底部半段的那一匝）将在入槽段T中占据上外侧象限。在所示的本发明实施例中，环L区中两对对角的导体被套上柔软的短的强化绝缘（比如编织玻璃纤维）护套43。

如图4所示，电枢线圈的入槽段B和T，在换向器端分别成钝角接到第3、第4短段44、45上，线圈的这两个短段又引至各导体的末端D。导体在其靠近末端处被剥去绝缘层、分岔、整平，以便适当地排列而和该组换向片焊线槽良好接触。当转子上其它线圈都装完时，这个电枢线圈就接在该组整流片上。

在图4中，线圈外侧附加绝缘带层36被略去以便显示出介电材料预成形套管35的布置情况。套管35的第一根包住的是导体束的基本上整个第一入槽段B的外表面以及相联短段41外表面的至少一部分（最好全部包住）。第二根同样的管包住第二入槽段T的基本上全部外表面以及第二短段42外表面的至少一部分（最好全部包住）。每个套管都和所包住的导体段外表面紧贴而又能滑动，以提供线圈中导体束和转子铁心14的

槽30的壁之间的电绝缘。

如图6 所示，每根预成形管35的壁一般都为矩型截面。它是用具有较高介电强度的热固介电材料制成的。管壁为无缝整体结构，薄而柔软，在任何平面中弯曲均不会造成物理上或电气性质上明显的损失。壁的内表面足够光滑，允许导体束在铁心槽中纵向膨胀和收缩时，能在管内自由移动。在本发明的最佳实施例中，这些特征是通过形成预成形管35的管壁而得到的，其管壁是用多层很薄的聚酰亚胺薄膜以氟酸乙丙烯(fluorinated ethylene propylene)树脂紧密粘结而成的。普通的聚酰亚胺薄膜(H型)在温度低于300 °C时介电常数大约在3.0以上。这类材料有一种品名叫Kapton F型，它包括在一面或两面上涂有FEP-CF涂层，商品名为Teflon。

在本发明的最佳实施例中，每根套管35是这样来预成形的，将一张宽的无定向Kapton薄膜(两面涂有FEP 树脂)绕所需形状和长度的型芯缠绕大约8 次，将型芯加压，加热直至FEP 树脂融化(在350 °C 和 400 °C 之间)，冷却型芯使树脂重新凝固(约在220 °C)，这就使得毗邻的各Kapton层密合在一起，然后消除压力，从型芯上取下成品管。这种预成形管的内壁和外壁都被涂上FEP，它可提供很光滑的表面，使套管在被绝缘的导体束上易于滑动。以上述方式，8层Kapton膜一经粘合融结在一起制成整体无缝管壁，这样壁在下道制造工序或转子运转时的高温下将不会熔化，并且保持尺寸稳定。在最后转子进行VPI 浸漆处理期间，管壁不会和绝缘的导体粘在一起。管壁厚度均匀一致，不大于0.381 毫米，受压时不会冷变形或蠕变。在本发明的最佳实施例中，套管35约为609.6 毫米长，内尺寸16.26 毫米高,12.95毫米宽，壁厚约为0.254 毫米。

在图4 所示的本发明实施例中，在电枢线圈的换向器侧，套管35并不延伸超过线圈入槽段B 和T，通常将公知的绝缘材料(未画出)沿线圈

第三、第四短段44和45绕在导体束外面，以提供这些段和换向器挡圈16圆周之间的附加匝对地绝缘。但是，在另一个实施例中，预成形管35比较长，因此，套管沿一部分短段包住了导体束的外表面，因而理想地增加了漏电路径，这路径是由这些套管在转子铁心14的换向器端和线圈的入槽段B 和T 的导体之间提供的。

为了至少在L 环附近以及每个入槽段B 和T 的相对端形成钝角处附近使4 对平行而分别绝缘的导体隔开，在电枢线圈内部配置了绝缘装置。如前面结合图3 所说过的，在图5 和7 中表示得更加清楚，这种绝缘装置乃由预成形整体绝缘部件37构成，它具有十字形截面。根据本发明，部件37由介电强度较高的热固介质材料制成，它薄而柔软，足以在任何平面内弯曲，都不会明显损害物理上的牢固性和电气绝缘性质。最好这些特性是通过形成用两层很薄的聚酰亚胺薄膜靠FEP 树脂紧密地粘结起来制成的部件37而获得的。这可以方便地制造，把比较窄的Kapton F 型薄膜带（一面涂以FEP 树脂）送入具有4 个相交槽的型模，这些模与部件37的横截面相同，每条带跨于一对互相垂直的槽，因此，在四个槽的每段槽中都填入了两条独立带的半宽邻接部分，它们的涂层一侧互相面对，于是加热型模至FEP 树脂融点以上的温度，在膜带出模之前冷却型槽，使树脂重新凝固，邻接的膜带就被彼此密结在一起，形成整体2 层十字件，再将成品切成所需的长度。最好十字形部件37足够长，以便连续地沿L 环、沿线圈第一、第二短段41、42的全长、沿两个入槽段B 和T 的全长，以及沿第三、第四短段44和45的大部分而连续延伸。

预成形十字形部件37的垂直及水平部分实际上只有先前叙述的预成形套管35壁厚的四分之一那样薄。垂直部分在线圈第一和第四匝之间以及第二、第三匝之间提供了附加绝缘。在图5 中，第一匝包括线圈第一入槽段B 的下内侧象限中的导体对1B，第二匝包括上内侧象限中的导体对2B，第三匝包括上外侧象限中的导体对3B，第四匝包括同一入槽段的

下外侧象限中的导体对4B。线圈的8根导体每一根所敷绝缘薄层在图5中用47标明。最好绝缘层47是Kapton，其外表面涂以FEP涂层，和套管35内侧的FEP涂层配合，这样，当导体由于热循环而膨胀、收缩时，就会有利于导体束相对于套管35作纵向运动。要指出的是，FEP涂层还能防止被涂敷于转子上的漆（在进行最后VPI处理时）所润湿，所以就防止了从套管两端渗进来的绝缘漆使导体粘在套管35内侧。

十字形部件37的水平部分在线圈第一匝和第二匝之间（图5中的导体对1B和2B）以及第三匝和第四匝之间（导体对3B和4B）提供附加的匝间绝缘。这在L环以及线圈的4个角处是特别重要的，在这里，8根导体束在平行入槽段B和T的两端弯曲形成钝角。如图5中所示，将导体弯曲，就使其截面畸变，导体内侧趋于缩紧、隆起。在靠近弯头内半径，缩紧最明显。直到此时，在线圈的每个角处，对角线上两对导体已绕以柔软的强化绝缘带，以补充每根导体的绝缘，由此分别增大了导体对1B和2B（以及3B和4B）相邻缩紧区域之间的间隙。本发明的十字形部件37作用也一样。因为很薄、基本上不可压缩、不会冷变形，只放在需要附加匝间绝缘的地方，部件37与先有技术的增强绝缘带相比占据空间小，因此在给定尺寸的铁心槽中允许使用截面较大的导体。当将导体束弯曲而形成线圈的角时，在部件37内侧水平部分处形成皱纹或折痕。形成的波纹和皱折示于图5。它们如愿地增强了居于线圈的两个内侧象限空间的导体对相邻缩紧区之间的绝缘。

图4中所示电枢线圈的环L和其它弯头或弯角是用普通液压/气动的线圈成形机械来制造的。最初，八根平行而分别绝缘的导体束是直的，末端D不是压扁的。在线圈成形工艺时，把预成形十字形部件37对称地放在导体束内，把两根绝缘套43套在两对对角的导体上，套到位于导体束两个端头之间的中部。下一步是将导体束弯曲、扭转，以形成环L。然后把两根预成形管35套入仍是直的各导体束（除了L环外）的端部。

通常，因为管壁内表面光滑，每根套管35很容易在导体束上滑动。但是，如果有的导体弯了，它们在套管过程中就得密实地强制地并在一起。从导体束两头套入套管35以后，每一头就在三个分开的地方弯曲形成短段41,42,44和45以及线圈的直而平行的入槽段B和T。

图8 表明电枢线圈的第一、第二短段41和42是怎样固定地绑牢在转子的电枢端板13的圆周上的。在这张图中略去了另外包在每个线圈外面的绝缘带层36（而且它提供了在最后转子VPI 浸漆处理期间绝缘漆粘附的表面）。由于预成形绝缘套管35基本上包住了线圈的短段41和42的全部外表面，所以它在电枢端板13和套管所封的导体束之间提供了有效的电绝缘。套管也将线圈短段41的底部一排同短段42的顶部一排绝缘，它们使上排和带31绝缘。在实用中，由套管35提供的绝缘，在带31和顶部一排之间还靠电绝缘材料薄层51来补充，在顶部和底部一排之间用另一层线圈对线圈绝缘薄层52来补充，在底部一排和电枢端板之间靠线圈对地的薄绝缘层53来补充。但是，在每一例中，补充绝缘层都可以比迄今已用的窄和/或薄，因此就有利于把热从电枢线圈的导体传给电枢端板以及冷却气流。套管35保证了每个导体束入槽段和转子铁心14的外侧端之间有很长的漏电路径。

尽管已经举例说明了本发明的最佳实施方案，然而对于本领域的技术人员无疑可作许多改进。所以，最终的权利要求书拟将包括所有这类属于本发明的精神实质与范围内的改进。

申请号 86 1 01029  
Int. Cl. H02K 3/34  
审定公告日 1990年1月24日

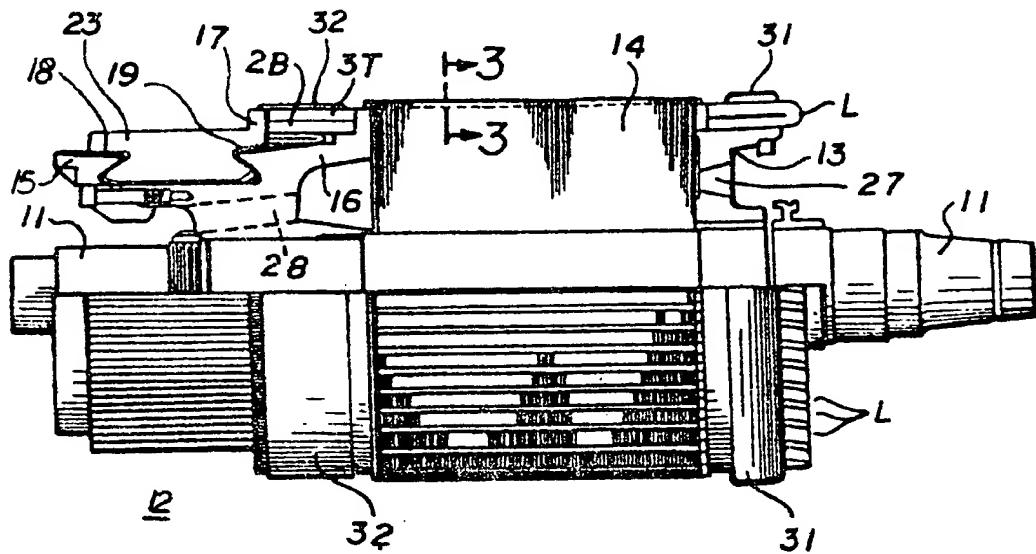


图 1

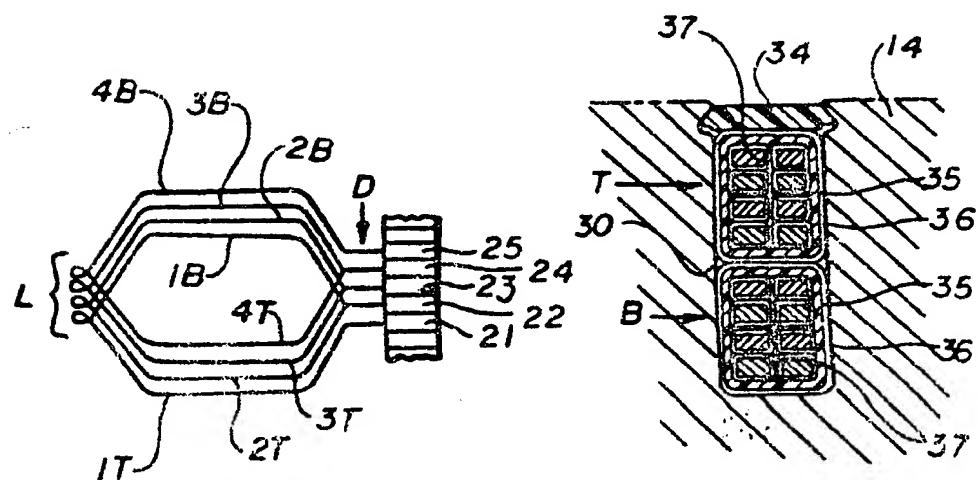
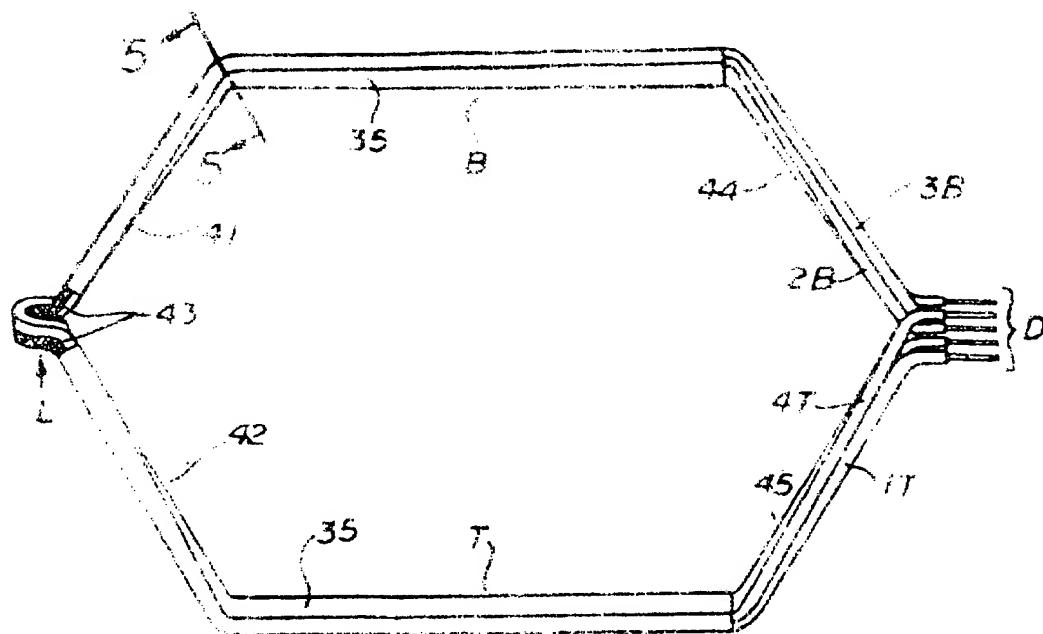


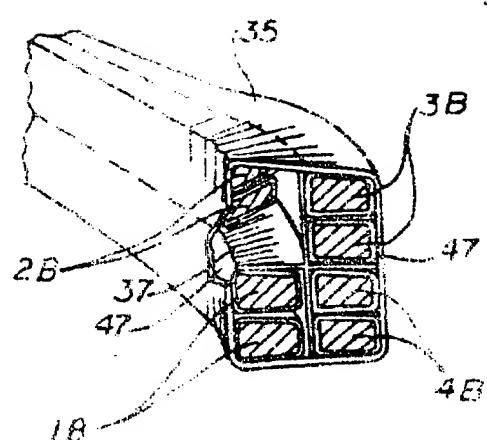
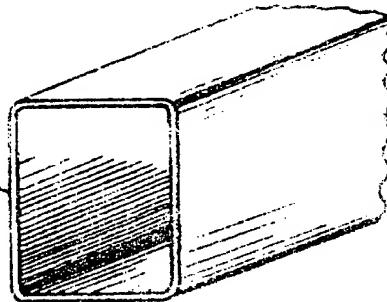
图 2

图 3

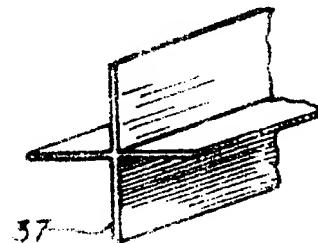
申請番号 86 1 01024  
Int.CI登 H02K 3/34  
初定公告日 1990年1月24日



4



5



6

7

申请号 86 1 01029  
公开(公告)日 802K 3/34  
申请公告日 1990年1月24日

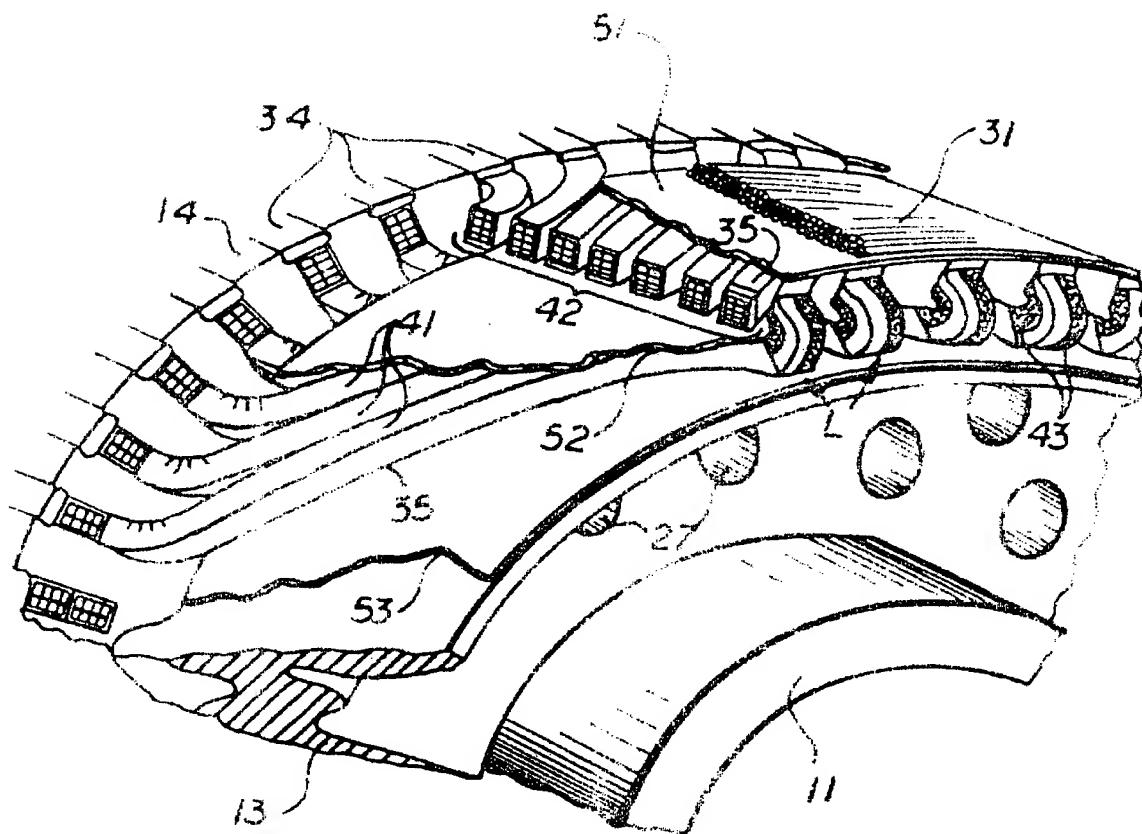


图 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**